

**HONGOS ASOCIADOS A LA HOJARASCA PRESENTES EN EL RÍO GAIRA
SECTOR PUERTO MOSQUITO. SANTA MARTA, COLOMBIA**

JORGE ALBERTO LUNA FONTALVO



**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

2005

**HONGOS ASOCIADOS A LA HOJARASCA PRESENTES EN EL RÍO GAIRA
SECTOR PUERTO MOSQUITO. SANTA MARTA, COLOMBIA**

JORGE ALBERTO LUNA FONTALVO

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar el título de
Biólogo**

Director

M. Sc. GUILLERMO RUEDA DELGADO



**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

2005

NOTA DE ACEPTACIÓN

BB

00021

91

Director de Programa

Jurado

Jurado

Santa Marta, febrero de 2005

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la oportunidad, la fortaleza y la sabiduría de haber llegado hasta el final con este estudio.

A mis padres Andrés Luna y Aydee Fontalvo por brindarme todo el apoyo incondicional, la confianza y el cariño para seguir adelante cada día.

A la memoria de mi abuela Valentina Jiménez, por sembrar en mí la confianza y las ganas de seguir adelante.

A mis hermanos Andrés, Leyda, Maylen, Rafael y Javier por todo el esfuerzo y colaboración para la culminación de mis estudios.

A todos mis sobrinos que me brindan mucha alegría.

A todas las personas que con su apoyo me ayudaron a conseguir este objetivo.



AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la Universidad del Magdalena por su orientación, formación y realización de este trabajo.

A Ms.C Guillermo Rueda Delgado, director de este trabajo y su valiosa colaboración.

A la profesora Zoila Beatriz Argota, por sus sugerencias en la ejecución del trabajo.

Al profesor Rafael Bolaño Amaya, por su valiosa colaboración en la interpretación y análisis de este trabajo.

A la profesora Luz Adriana Velasco, por su colaboración en la Reserva Natural "La iguana verde"

A mi amigo y colega Isaac Romero Borja, por su asesoría en toda la realización del trabajo.

A la Familia Fernández Prieto, especialmente a la señora Teresa Prieto, por su apoyo incondicional para la culminación de esta etapa de mi vida.

A mi amigo Carlos Vásquez Salgado, por sus consejos en toda mi carrera profesional.

A Edith Gordon, por su colaboración y consejos en los momentos difíciles.

A mis compañeros y amigos Diana Tamaris, Roberto Guerrero y Cristóbal Escobar, por su colaboración y consejos.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. FUNDAMENTO CONCEPTUAL	5
1.1.1. Descomposición de la hojarasca	5
1.1.2. Hyphomycetes acuáticos	6
1.1.3. WW-DECOEX	7
1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES	8
1.2.1. Ubicación taxonómica	9
1.2.2. Importancia ecológica	9
2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1. ÁREA DE ESTUDIO	11
2.2. FASE DE CAMPO	12
2.2.1 Mediciones físico-químicas	15
2.3. FASE DE LABORATORIO	15
2.4. APLICACIÓN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1. PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	18
3.2. COMPONENTE MICROBIOLÓGICO	19
3.2.1 Hyphomycetes acuáticos	19
3.2.2 Hongos terrestres fitopatógenos	30
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la zona de Muestreo	11
Figura 2. Número de conidios de Hyphomycetes acuáticos asociados a <i>Anacardium Excelsum</i> en los diferentes días del experimento.	23
Figura 3. Número de conidios de Hyphomycetes acuáticos asociados a <i>Pithecellobium longifolium</i> en los diferentes días del experimento.	24
Figura 4: Conidia Tetraradiada del género <i>Lemonniera</i> sp, donde se observan los cuatro propagulos salientes del eje central.	25
Figura 5: Conidia Tetraradiada del género <i>Clavariopsis</i> sp, obsérvese el ángulo de 120° C entre los brazos característico del género.	26
Figura 6: Conidia Tetraradiada del género <i>Tetracadium</i> sp, donde se observa los tres brazos salientes del eje principal.	26
Figura 7: Conidia del género <i>Anguillospora</i> sp, mostrando claramente los sectores.	27
Figura 8: Conidia fusiforme del género <i>Flagellospora</i> sp, mostrando claramente la curva no septada.	27
Figura 9. Distribución de Frecuencia de los géneros de hongos Terrestres Fitopatógenos asociados a <i>Anacardium</i> en el Río Gaira Sector Puerto Mosquito al final de los 28 días del experimento.	31
Figura 10. Distribución de Frecuencia los géneros de hongos Terrestres Fitopatógenos asociados a <i>Pithecellobium</i> en el Río Gaira. Sector Puerto Mosquito al final de los 28 días del experimento.	31
Figura 11. Numero de UFC/cm ² Aisladas de las Hojas de <i>Ancardium excelsum</i> . A: hongos Dominantes, B: hongos Frecuentes, C: hongos Infrecuentes.	35
Figura 12. Numero de UFC/cm ² Aisladas de las hojas de <i>Pithecellobium longifolium</i> , A: Dominantes, B: hongos Frecuentes, C: hongos Infrecuentes	36



LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros Fisicoquímicos registrados en el río Gaira, sector de Puerto Mosquito, Santa Marta.	19
Tabla 2. Géneros de hongos asociados a las hojas de <i>Anacardium excelsum</i> y <i>Pithecellobium longifolium</i> , en el sector de Puerto Mosquito. Río Gaira. Santa Marta	20
Tabla 3. Clasificación taxonómica de los hongos Hyphomycetes acuáticos (Anamorphi) y Terrestres Fitopatógenos encontrados en los hospederos <i>Anacardium excelsum</i> y <i>Pithecellobium longifolium</i> , en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira. Santa Marta. 2004	20
Tabla 4. Número de Conidios de Hyphomycetes acuáticos asociados a las Hojas de <i>Anacardium excelsum</i> durante el estudio de descomposición.	23
Tabla 5. Numero de Conidios de Hyphomycetes acuáticos asociados a las Hojas de <i>Pithecellobium longifolium</i> durante el estudio de descomposición.	24
Tabla 6. Numero de conidios /cm ² de géneros de hongos Hyphomycetes acuáticos u Anamorphic asociados alas hojas de <i>Anacardium excelsum</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Santa Marta, 2004	28
Tabla 7. Análisis de varianza del número de conidios/cm ² de géneros de hongos Hyphomycetes acuáticos u Anamorphic asociados las hojas de <i>Anacardium excelsum</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Santa Marta, 2004.	28
Tabla 8. Numero de conidios /cm ² de géneros de hongos hyphomycetes acuáticos u Anamorphic asociados alas hojas de <i>Pithecellobium longifolium</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Santa Marta, 2004	29
Tabla 9. Análisis de varianza del número de conidios/cm ² de géneros de hongos Hyphomycetes acuáticos u Anamorphic asociados las hojas de <i>Pithecellobium longifolium</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Santa Marta, 2004.	29
Tabla 10: Número de colonias (UFC/cm ²) aisladas de las hojas de <i>Anacardium excelsum</i> , Río Gaira, sector Puerto Mosquito.	32
Tabla 11: Número de colonias (UFC/cm ²) aisladas de las hojas de <i>Pithecellobium longifolium</i> , Río Gaira, sector Puerto Mosquito.	33
Tabla 12. Géneros de Hongos fitopatógenos frecuentes, infrecuentes y dominantes aislados de las Hojas de <i>Anacardium excelsum</i> y <i>Pithecellobium longifolium</i> en el Río Gaira, Sector Puerto Mosquito.	33
Tabla 13. Número de colonias (UFC/cm ²) de géneros de hongos fitopatógenos aislados de las hojas de <i>Anacardium excelsum</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira. Municipio de Santa Marta, 2004	38

Tabla 13a: Análisis de varianza del número de conidias (UFC/cm ²) de géneros de hongos aislados de <i>Anacardium excelsum</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta	38
Tabla 14: Número de Colonias (UFC/cm ²) de géneros de hongos fitopatógenos aislados de las hojas de <i>Pithecellobium longifolium</i> en el sector de puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta.	39
Tabla 14a: Análisis de varianza del numero de conidias (UFC/cm ²) de géneros de hongos asilados de <i>Pithecellobium longifolium</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta	39
Tabla 15: Diferencia Mínima Significativa DMS , para el número de colonias (UFC/cm ²) de géneros de hongos fitopatógenos aislados de las hojas de <i>Anacardium excelsum</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta.	40
Tabla 16: Diferencia Mínima Significativa DMS , para el número de colonias (UFC/cm ²) de géneros de hongos fitopatógenos aislados de las hojas de <i>Pithecellobium longifolium</i> en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta.	40

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Vegetación Riparia: <i>Anacardium excelsum</i> presente en el río Gaira Sector Puerto Mosquito.	51
Anexo B. Vegetación Riparia: <i>Pithecellobium longifolium</i> presente en el río Gaira Sector Puerto Mosquito.	51
Anexo C: Bolsas de polipropileno utilizadas en el proceso de descomposición de las hojas en estudio.	52
Anexo D Hojas de <i>Anacardium excelsum</i> antes de ser instaladas en el río Gaira sector Puerto Mosquito.	52
Anexo E Hojas de <i>Pithecellobium longifolium</i> antes de ser instaladas en el río Gaira sector Puerto Mosquito.	53
Anexo F: Sistema de anclaje para las bolsas de polipropileno colocadas en el río Gaira Sector Puerto Mosquito.	53
Anexo G: Fotografía de conidia tetraradiada de <i>Lemonniera</i> a 40 X.	54
Anexo H: Fotografía de conidia tetraradiada de <i>Clavariopsis</i> a 40 X.	54
Anexo I: Fotografía de conidia tetraradiada de <i>Tetracladium</i> a 40 X.	54
Anexo J: Fotografía de conidia fusiforme de <i>Anguillospora</i> a 40 X.	55
Anexo K: Fotografía de conidia fusiforme de <i>Flagellospora</i> a 40 X.	55
Anexo L: Fotografía de Géneros de hongos Terrestres Fitopatógenos Dominantes asociados a las especies vegetales en el sector de Puerto Mosquito Río Gaira. 40X. a: <i>Trichoderma</i> sp, b: <i>Rhizopus</i> sp	56
Anexo M: Fotografía de Géneros de hongos Terrestres Fitopatógenos Frecuentes asociados a las especies vegetales en el sector de Puerto Mosquito Río Gaira. 40X. a: <i>Aspergillus</i> sp, b: <i>Geotrichum</i> sp, c: <i>Mucor</i> sp, d: <i>Penicillium</i> sp	56

Anexo N: Fotografía de Géneros de hongos Terrestres Fitopatógenos Infrecuentes asociados a las especies vegetales en el sector de Puerto Mosquito Río Gaira. 40X.
a: *Alternaria* sp, b: *Cladosporium* sp, c: *Curvularia* sp, d: *Fusarium* sp, e: *Pestalotia* sp

RESUMEN

En los ríos confluyen diversos factores fisicoquímicos, como la temperatura y el pH estos a su vez influyen de manera directa sobre la presencia de microorganismos en el medio acuático. El objetivo fue establecer la composición y variación de los hongos asociados a la hojarasca presente en el río Gaira, sector Puerto Mosquito (Santa Marta) y el papel de los mismos involucrados en el proceso de la descomposición de material vegetal. Se aplicó el protocolo mundial de descomposición acuática DECOEX, para las hojas de *Anacardium excelsum* (Caracolí) y *Pithecellobium longifolium* (Guamo de río), se colocaron en bolsas dentro del agua para someterlas a descomposición durante 28 días, se midió la temperatura y el pH del agua. En Laboratorio se incubaron a 20 °C en cámaras de sedimentación y cajas de petri con Potato Dextrosa Agar y Agar Malta. Se aislaron y se identificaron por primera vez cinco géneros de Hyphomycetes acuáticos (*Lemonniera*, *Clavariopsis*, *Tetracladium*, *Anguillospora* y *Flagellospora*) y once géneros de hongos terrestres fitopatógenos asociados a la hojarasca. La mayor producción de conidios de Hyphomycetes acuáticos y emisión de unidades formadoras de colonias de los hongos fitopatógenos se registraron para los días 14 y 21 por los géneros *Clavariopsis*, *Lemonniera*, *Trichoderma* y *Rhizopus* respectivamente, la temperatura y el pH fueron constantes durante el muestreo. Se confirmó que en algunos ríos tropicales la mayor degradación obedece a actividad de hongos fitopatógenos eurióicos capaces de mantener crecimiento en hojas sumergidas bajo condiciones de alto stress hidrológico.

Palabras Claves: Hongos, Hyphomycetes acuáticos, Hongos Fitopatógenos, Descomposición de Hojarasca.

1. INTRODUCCIÓN

Los hongos son microorganismos heterótrofos que pueden ser saprofitos, se hallan descomponiendo todo tipo de material vegetal y de acuerdo a esto, pueden ser lignícolas o celulolíticos, obteniendo así su alimento (Pelczar, *et al.* 1996).

En los ecosistemas acuáticos, los hongos tienen gran importancia en la descomposición del material vegetal de origen terrestre que cae al agua y así influyen de manera decisiva en el transporte de materiales entre el medio terrestre y el acuático (Margalef, 1983). La descomposición acuática se mantiene debido al aporte de la hojarasca perteneciente a la vegetación riparia ó aledaña a la cuenca, una vez llegada este material al río es colonizada por microorganismos que conllevan al proceso de la descomposición. De esta forma se da un flujo de materia y energía en el medio acuático, donde el material que es descompuesto es aprovechado por los demás organismos.

Los hongos acuáticos se pueden distribuir en cuatro grupos: Phycomycetes, Hyphomycetes, Ascomycetes y Basidiomycetes (Rheinheimer, 1987). En los río abundan principalmente los Phycomycetes y los Hyphomycetes que se encuentran en su mayor parte asociados a material vegetal, como hojas y troncos. Otro sustrato dentro del medio acuático para los hongos es la espuma, los cuales

quedan atrapados en este medio debido a su morfología flexible (Callow & Petts, 1996).

La mayoría de los hongos necesitan nitrógeno libre, además de proteínas, azúcares, almidón y grasas, pudiendo desintegrar la pectina, las hemicelulosas, las celulosas, la lignina y la quitina. A parte de los requerimientos nutricionales, los hongos en el medio acuático necesitan de condiciones especiales de temperatura, pH y oxígeno., los hongos del ambiente o terrestre se desarrollan en temperaturas comprendidas entre 20°C y 33 °C (Zo Bell, 1946 en Rheinheimer, 1987). Los Hyphomycetes acuáticos u hongos ingoldianos se desarrollan en temperaturas muy bajas desde los 5°C hasta los 25°C, logrando su máxima producción de conidias (Chauvet y Suberkropp, 1998). El pH del agua es también un factor que delimita la presencia de los hongos, la mayoría de ellos se desarrollan en pH ligeramente alcalinos, sin embargo existe hongos que en el medio acuático se adaptan a condiciones acidas (Pelczar, 1996).

El material vegetal inmerso en el agua, como la hojarasca, troncos y la espuma son los medios propicios para el crecimiento y desarrollo de los hongos, toda esta micoflora juegan un papel muy importante en la descomposición del material vegetal, donde los hongos poseen las enzimas necesarias para tal proceso. Hasta el momento se conocen muchas especies fúngicas que se encuentran involucradas en el proceso de la descomposición tales como *Anguillospora longissima*, *Articulospora atra*, *Tetracladium marchalianun*, (Mathuriau y Chauvet, 2002), *Flagellospora penicilloides*, *Clavariopsis acuática*, *Lemonniera acuática*,



entre otras (Schoenlein-Crusius y Flautín-Grandi, 2003). También se han registrados hongos terrestres implicados en la descomposición vegetal, *Aspergillus niger*, *Cladosporium cladosporoides*, *curvularia* sp, *Fusarium solani*, *Geotrichum* sp, *Penicillium variable* y *Trichoderma koeningii* (Nieves-Rivera, 2003).

La mayoría de los estudios acerca de la descomposición de material vegetal por hongos en ecosistemas acuáticos se han realizados en la zona extratropical, destacándose los trabajos de Harrington, (1997) quien identificó 68 géneros de Hyphomycetes asociados a las hojas de la vegetación riparia presente en 21 ríos de Irlanda, describiendo así el papel que tienen estos microorganismos en este tipo de ambiente. Brown (1998) en la expedición de los grandes humedales de Europa, registró treinta y nueve especies de Hyphomycetes tanto acuáticos como terrestres y Ascomycetes encontrados en hojas descompuestas y espuma colectada en los lagos Svytiaz, Somynetz, luky, Pulemezke, Liuzymer, Chorne, Sviat, Horikhove, Bile y el río Turia.

Betancourt *et al* (1996) ha descrito especies de hyphomycetes acuáticos, llamados Hyphomycetes del neotropico-Puerto Rico, explicando el papel que tienen estos organismos en la degradación del material vegetal. En Argentina, Brazil, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela, se cuenta con registros realizados por Schoenlein-Crusius y Flauntin-Grandi (2003), reportando noventa especies de Hyphomycetes acuáticos de Sur América.

A nivel nacional se cuenta con el trabajo de Mathuriau y Chauvet (2002), donde estudiaron la descomposición acuática de dos especies vegetales (*Croton gossypifolius* y *Clidemia* sp) en el sector del Cabuyal (Valle del Cauca, Colombia), registrando un total de 16 especies de Hyphomycetes acuáticos involucrados en el proceso de descomposición de las hojas retiradas a los 3, 10, 16, 23, 29, 36 y 43 días. Beltrán-Tolosa (2003) desarrollo el estudio de la composición macrotaxonómica de la comunidad de macroinvertebrados y hongos asociados a la hojarasca aportante a los igarapés amazónicos, encontrando hongos de tipo terrestre o del ambiente.

Este trabajo es un estudio pionero en la descomposición de hojarasca de la vegetación riparia perteneciente a las especies *Anacardium excelsum* y *Phitecellobium longifolium* del río Gaira en el sector de Puerto Mosquito., cuyo objetivo fue dilucidar la importancia, composición y variación de los hongos en el funcionamiento del río Gaira.

El estudio se realizó con base en las modificaciones hechas al protocolo mundial WW-Decoex (World Wide Aquatic Leaf Litter Decomposition Experiment), como parte del programa río-bosque propuesto por el grupo de investigación de cuencas hidrográficas y Humedales tropicales GICHT, con recurso del proyecto **“Diagnostico rápido de la estrella hidrográfica de San Lorenzo Sierra Nevada de Santa Marta”**, financiado por el fondo de la Universidad del Magdalena (FONCIENCIAS 2004). En el se registran por primera vez cinco géneros de Hyphomycetes acuáticos (*Lemonniera*, *Clavariopsis*, *Tetracladium*, *Anguillospora* y

Flagellospora) y once géneros de hongos terrestres y/o ambientales asociados a las hojas de *Ancardium excelsum* y *Pithecellobium longifolium* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, sometidas a proceso de degradación y se presentan algunas notas sobre la taxonomía y ecología de estos microorganismos.

1.1. Fundamento Conceptual:

Para la comprensión de este estudio creemos conveniente aclarar y definir algunos conceptos que se usan al estudiar el proceso de descomposición de material vegetal presente en el medio acuático.

1.1.1. Descomposición de hojarasca

Los descomponedores (las bacterias y hongos) y los detritívoros (consumidores animales de materia muerta) no controlan la tasa con que se regenera o quedan disponibles sus recursos; dependen de la tasa con que alguna otra fuerza (senitud, enfermedad, caída de las hojas de los árboles) libera el recurso del que viven.

La descomposición se define como la desintegración gradual de la materia orgánica muerta, efectuada por agentes físicos y/o biológicos, culminando en la rotura de las moléculas complejas ricas en energía, por parte de sus consumidores dando lugar a dióxido de carbono, agua y nutrientes inorgánicos (Calow & Petts, 1996, Begon *et al.*, 1999 en Beltrán-Tolosa 2003).

La materia orgánica muerta es producida continuamente durante la vida de animales y plantas y puede constituir un recurso importante. Las bacterias y las

esporas de los hongos son omnipresentes en el aire y en el agua y con frecuencia se hallan presentes sobre la materia mucho antes de que halla muerto (Calow & Petts, 1996, Begon *et al.*, 1999 en Beltrán-Tolosa 2003).

En gran medida es un evento aleatorio lo que determina qué especies serán las primeras en colonizar una materia que acaba de morir, pero en ciertos ambientes existen microorganismos que poseen unas propiedades que aumentan sus probabilidades de llegar pronto a la materia muerta. Las hojas que caen en los ríos o en las charcas son a menudo colonizadas por hongos acuáticos (por ejemplo Hyphomycetes) que poseen esporas con extremos pegajosos y presentan morfología particular que parecen maximizar sus probabilidades de que las arrastre el agua y queden pegadas a una hoja muerta. Pueden extenderse creciendo de una célula a otra dentro de los tejidos. Los organismos capaces de utilizar compuestos cada vez más difíciles de descomponer representan una sucesión natural que empieza con los simples hongos del azúcar (principalmente Phycomycetes, Zygomycetes y Deuteromycetes) y continua habitualmente con hongos evolucionados como Ascomycetes y Basidiomycetes, que son de crecimiento más lento, producen menos esporas, establecen un contacto más estrecho con el sustrato y presentan un metabolismo más especializado. (Begon *et al.*, 1999 en Beltrán Tolasa, 2003).

1.1.2. Hyphomycetes acuáticos

Los hyphomycetes acuáticos, también conocidos como Hongos Ingoldianos o los hongos de agua dulce, constituyen un grupo de hongos anamórficos que son

típicamente acuáticos, producen conidias tetraradiadas, sigmoides o esféricas, que se encuentran asociadas a material vegetal presente en el agua.

El grupo de los Hyphomycetes se divide en dos grandes subgrupos, el primero se conoce con el nombre de **Hongos Ingoldianos** y el segundo con el nombre de **Aéreo-acuáticos** (Ingold, 1975). Los Ingoldianos se encuentra en los primeros estados de descomposición de las hojas y se ha demostrado que producen enzimas con actividad celulolítica, pectolítica entre otras (Wantzen *et al.* 2002). Muchos estudios han demostrados que estos hongos son importantes en el cambio de las hojas para los invertebrados ramoneadores (Alexopoulos *et al.*, 1996).

Los hongos Aéreo-acuáticos son encontrados en aguas quietas y ocasionalmente marinas. Este grupo sobrevive en barro con bajos contenido de oxígeno y aparentemente necesita altas cantidades de éste para la colonización de nuevos sustratos, los conidios usualmente tienen formas tridimensionales formadas en la interfase agua aire (Alexopoulos *et al.*, 1996).

1.1.3. Experimento Mundial de Descomposición Acuática de Hojarasca- WW-DECOEX (World-Wide Aquatic Leaf DECOmposition Experiment)

El Dr. Matthias Wantzen del Max-Planck-Institute für Limnologie en Plön Alemania, planteó el primer experimento mundial de descomposición de hojarasca en el medio acuático. Ecólogos de ríos de todo el mundo llevan a cabo la estandarización de experimento de descomposición de varios sitios y envían hojas procesadas a Plön (Alemania). En Plön, las hojas no procesadas son usadas para experimentos de descomposición. Con éstas, se realizan comparaciones entre los

contenidos de sustancias defensivas y los procesos de descomposición respectivos, que se llevan acabo en un río de ese país. Los invertebrados ramoneadores presentes ese río, son usados como bioensayos para la determinación de la palatabilidad de las hojas. Las hojas procesadas son analizadas en cuanto a su tasa de descomposición y concentraciones de agentes defensivos.

La hipótesis de trabajo elaborado por el Max Planck Für Limnologie es que en antiguas y diversas regiones tropicales; donde la vegetación sufre una alta presión por los herbívoros terrestres; la vegetación ha desarrollado complejas estrategias de defensa, algunas de las cuales persisten en el agua y reducen las tasas de descomposición por los invertebrados acuáticos. (Wantzen *et al.* 2002)

En Colombia WW-DECOEX es coordinado y desarrollado por el docente de la Universidad del Magdalena M. Sc. Guillermo Rueda-Delgado y los integrantes del Grupo de Investigación en Cuencas y Humedales tropicales en dos regiones del país, Leticia en el Amazonas usando especies de la llanura de inundación del río Amazonas y en la Sierra Nevada de Santa Marta usando especies riparias autóctonas y exóticas como *Eucalipto glóbulos*.

1.2. Descripción de las especies vegetales utilizadas en el río Gaira sector Puerto Mosquito



1.2.1. Ubicación Taxonómica

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Anacardaceae

Género: *Anacardium*

Especie: *Anacardium excelsum* (caracolí)

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Pithecellobium*

Especie: *Pithecellobium longifolium* (Guamo de río)

1.2.2. Importancia Ecológica

Mahecha *et al* (1984) en Correa y Bernal (1989) indican que el género *Anacardium* se encuentran ampliamente distribuida desde el bosque seco al pluvial en las fajas tropical y pre-montana donde haya agua en movimiento. Por lo general estas

especies crecen en bosque primario perturbado encontrándose fuertemente asociada con la zona ribereña. *A. excelsum*, es una especie que contiene resinas, (sustancias toxicas) que pueden alterar el organismo de muchos herbívoros.

Las especies de *Pithecellobium* se hallan por lo general a las orillas de los ríos, son árboles maderables de que son utilizados para la construcción de postes (Instituto Nacional de Biodiversidad, 1996). *P. longofolium* se caracteriza por tener hojas compuestas, alternas, de forma lanceolada, de 8-23 cm. de largo. Tres hojuelas por pinna. (Espinosa *et al*, 1998)

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Área de estudio

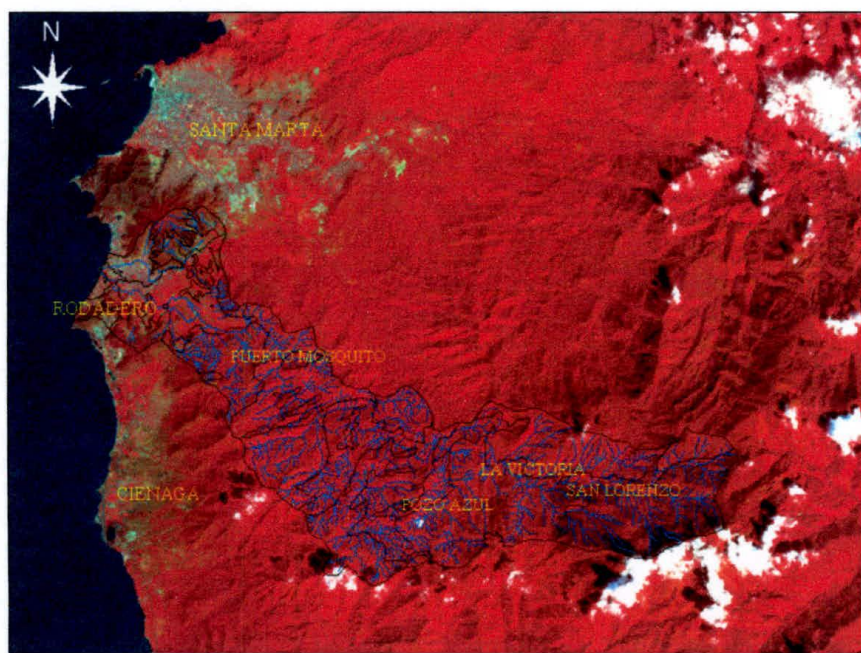


Figura 1. Ubicación de la zona de Muestreo

El sector de Puerto Mosquito, localizada a 40 m.s.n.m a $11^{\circ} 12' 08''$ N y $74^{\circ} 14' 57''$ W. Se caracteriza por poseer una temperatura ambiente promedio de 27.5° C y una temperatura del agua promedio 24° C.

En la estación Puerto Mosquito el cauce del río Gaira presenta corrientes suaves y una formación arenosa en la mayor parte del tiempo, se presentan pequeñas formaciones de rocas y en estas zonas de rabiones que es donde se encuentra localizada la vegetación acuática (Grimaldo, 2001).

El sector de Puerto Mosquito, corresponde a la zona de vida de Bosque seco tropical, caracterizado por árboles de alto porte a lado y lado del cauce principal. El estado de la vegetación es secundaria debido a las plantaciones de cultivos (Carbonó, con per, 2004). Una buena parte del bosque esta conformada por especies de las familias Anacardaceae y Fabaceae que se caracterizan por ser árboles maderables y arbustos y dan un buen aporte de hojarasca al río (Anexos A y B).

En esta zona es característico encontrar a las especies riparias Caracolí (*A. excelsum*) y Guamo de río (*P. longifolium*). El sector donde se colocaron las bolsas del experimento es un sitio del río cubierto en su totalidad de vegetación arbórea como *Andira inermis*, *Parincri pachyphylla*, *Stemmadenia grandiflora*, *Eugenia* sp, *Casearia* sp, *Sterculia apetada*, *Ochroma pyramidale*, *Plumeria alba* y las dos especies en experimentación (Pérez, 1962), también se encuentra rodeada de rocas con pendientes suaves, el sector de estudio es una pequeña hoya de poca profundidad cuyo fondo es arenoso, de poca perturbación antrópica, por encontrarse en una zona de reserva (La iguana Verde).

2.2. Fase de Campo

Se colectaron aproximadamente 1000 gramos de hojas verdes de las especies *Anacardium excelsum* (Caracolí) y *Pithecellobium longifolium* (Guamo de río), las cuales fueron identificadas en campo por el profesor Eduino Carbonó, docente investigador del área de botánica de la Universidad del Magdalena. Las hojas colectadas fueron de tamaño similar, 117 cm² para las hojas de Caracolí y 38 cm²

para las hojas de Guamo de río, y similar grado de madurez. Algunas de las hojas antes de ser instaladas fueron digitalizadas usando scanner para registrar las condiciones del material vegetal libre de agentes microbianos (Anexos D y E).

Para el experimento se usaron bolsas de polipropileno de 20cm x 20cm y poros de 5mm x 5mm; en la boca de la bolsa hay un cordón del mismo material que permitió sellarla (Anexo C). En total se llenaron 30 bolsas, 15 para cada especie, utilizando replicas de 3 para cada día de retiro. En cada bolsa se colocaron hojas secas al aire de cada especie, equivalentes a 5g de peso seco, usando el factor de corrección hallado previamente ($FC\ Anacardium = 0.9471$, $FC\ Pithecellobium = 0.9442$).

Para estimar este factor las hojas fueron secadas al aire sobre láminas de zinc con medidas de 1.80 cm de largo por 90 cm de ancho por un tiempo de 48 horas. Una vez secas, se seleccionó grupos de hojas de cada una de las especies con peso seco al aire de 5 g (air-dry AD). Cada grupo fue posteriormente secado hasta obtener peso seco Constante (Constant Dry = CD) en estufa tipo horno a 70°C. CD se determinó haciendo mediciones cada media hora. Definido el peso seco constante para cada grupo se calculo el factor de corrección FC mediante la relación AD/CD. Este factor permite definir cuantos gramos de hojas secas al aire son equivalentes a 5g de peso seco de hojas de cada especie a ser colocados en cada una de las bolsas sometidas al experimento.

Con las hojas se introdujo en cada bolsa una etiqueta elaborada en papel pergamino y tinta indeleble. La etiqueta lleva las iniciales del Investigador principal seguidas de las tres primeras letras del nombre genérico y las tres primeras letras del nombre específico, antecedita del nombre y número del experimento. Una vez preparadas estas bolsas fueron instaladas en el río Gaira, sector - Puerto Mosquito en un tramo recto y de profundidad constante del río en dos oportunidades: Un primer montaje fallido en el mes de abril que fue perdido por crecientes extraordinarias del río y un segundo montaje exitoso que inicio el día 27 de junio de 2004. Las bolsas fueron ubicadas en perfil transversal en cinco líneas de 3 bolsas para cada una de las especies unidas entre si por cuerda de polipropileno amarradas por un sistema de anclaje: piedras de gran tamaño y troncos (Anexo F). Posteriormente las bolsas fueron retiradas a los 1, 7, 14, 21 y 28 días., las últimas bolsas de este experimento fueron retiradas el día 25 de julio correspondiendo al día 28 del experimento.

Para el transporte de las hojas a ser analizadas se filtro agua del río con papel de filtro cualitativo ref EC 5096 (JECABER). Entre 50 a 100 ml de agua filtrada estéril se depositó en frascos estériles (Cámaras de Sedimentación).

Para cada día de retiro de cada bolsa se tomó cuidadosamente una hoja al azar, esta hoja fue cortada con tijeras estériles para tener un área conocido (2 cm^2). Cada sección cortada (1 por cada bolsa y tres por especie en cada retiro) es depositada en campo en un frasco estéril ó cámara de sedimentación con agua filtrada del río. Cada frasco se rotuló con marcador indeleble externamente y es

cerrada herméticamente y refrigerada en neveras portátiles de icopor con hielo a una temperatura de 4°C hasta ser incubadas en el Laboratorio. El resto de material que esta contenido en la bolsa fue colocada en bolsas plásticas de cierre hermético y refrigerado.

2.2.1 Mediciones físico-químicas

Paralelamente se midieron algunos parámetros físico-químicos como la temperatura del agua con termómetro digital marca testo, el pH fue medido con pH-metro marca WTW315 Set.

2.3. Fase de Laboratorio

En el Laboratorio de Microbiología y Fitopatología de la Universidad del Magdalena, los frascos o las cámaras que contenían las hojas fueron incubados a 20°C. Se efectuaron tres observaciones del agua filtrada decantada en el fondo cada 48 horas para verificar la presencia de conidios, los cuales son producidos por la biomasa fúngica que ha invadido la hoja debido al *stress* al que son sometidos al momento de ser aislados y a la falta de nutrientes Gesnner y Robinson (2003). Las muestras de agua tomadas fueron depositadas en beaker estériles de 25 ml adicionando azul de lactófenol. Todas las observaciones de este material fijado se efectuaron bajo microscopio convencional a 40X usando láminas escavadas en las que se depositaron 1ml y en porta objeto convencional.

Una vez identificados los conidios, se retiraron los pedazos de hojas, y el volumen total que esta en incubación se fijó con una solución de azul de lactófenol+acido

láctico en proporción 10:1 diluidos en una solución de formol al 2 % en proporción 1:20 que es adicionada al agua en incubación en proporción 1:10 y es agitado.

Los conteos se efectuaron tomando del material sedimentado 10 alícuotas de un mililitro contados en placas de Sedwick-Rafter bajo microscopio convencional a 40 X recorriendo la totalidad de la placa. La identificación de los conidios se realizó siguiendo las claves de Hurts *et al* (1997), Carmichael *et al* 1980 e Ingold (1975).

Las hojas que estuvieron en agitación fueron sembradas en cajas de petri con Agar malta al 5% y Potato Dextrosa Agar (PDA) debidamente rotuladas durante 5 días a 28°C, una sección de hoja de 2 cm² fue sembrada en Agar malta y otra sección de hoja en PDA, para cada especie. Una vez cumplidos los seis días se realizaron los conteos de colonias (UFC/cm²) de cada una de las hojas. Los montajes de cada colonia se hicieron con azul de algodón y lactófenol en porta y cubre objetos y se observó en microscopio convencional a 40X. Para la identificación de las colonias se siguieron las claves de Barnett, 1960.

2.4. Aplicación de Análisis Estadístico

Los datos obtenidos del conteo de conidios de Hyphomycetes acuáticos, correspondientes al desarrollo del estudio, se le aplicó un Análisis de Varianza a una vía (ANOVA) para detectar la existencia de diferencias significativas entre el número de conidios de los género de Hyphomycetes acuáticos presentes en las bolsas de cada especie vegetal con respecto a los días de exposición en el río Gaira. Igualmente se aplicó un análisis de varianza a los datos obtenidos de las unidades formadoras de colonias de los hongos terrestres fitopatógenos con el fin



de determinar la existencia de diferencias significativas entre la composición fúngica con respecto a los días de exposición de las hojas. A si mismo se aplicó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa **DMS** para establecer la diferencia entre las dos especies vegetales con los hongos encontrados, estableciendo el orden de importancia entre ellos. Estas pruebas se efectuaron con el programa Menú Statistical del Departamento de Estadística y Diseño Experimental de la Universidad de Nuevo León, Monterrey-México. 2000. Se utilizó graficas procesadas en Excel para observar la tendencia de los géneros de hongos asociados a las dos especies vegetales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información obtenida a nivel de Campo y Laboratorio, durante el desarrollo del estudio permite llegar a los siguientes resultados

3.1. Parámetros Fisicoquímicos

Autores indican que el pH y la temperatura se han establecido como condiciones ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo de los hongos (Müller 1976 y Pelczar 1996). Los valores obtenidos se muestran en la tabla 1. En ella se observa que la temperatura fue relativamente constante. Según Chauvet y Suberkropp (1998) la temperatura adecuada para el desarrollo y esporulación de los Hyphomycetes en general se da entre los 15 y 25° C, encontrándose que la temperatura registrada en este estudio se halla dentro del rango establecido por estos investigadores.

Por otra parte el pH al igual que la temperatura registró valores muy similares a los reportados por Grimaldo (2001) y GICHT- Informe Preliminar INTROPIC (2004) para ríos de montañas, sólo se observó una elevación del pH en el día 1 donde mostró un valor de 9.29 que posiblemente se debe a precipitaciones que se presentaron previas y durante el muestreo. Según Malagón (2003) las lluvias en el

sector provocan escorrentías que pasan por terrenos alcalinos que elevan el pH del agua.

Tabla 1. Parámetros Fisicoquímicos registrados en el río Gaira, sector de Puerto Mosquito, Santa Marta.

Días	Fecha Retiro	Temperatura (°C)	pH
1	27-jun	24,2	9,29
7	04-jul	25,4	8,31
14	11-jul	23,2	8,24
21	18-jul	21,4	7,52
28	25-jul	22,5	7,26

3.2. Componente Microbiológico

3.2.1 Hyphomycetes acuáticos (Anamorphic)

De las muestras de hojas de los hospederos *Anacardium excelsum* y *Pithecellobium longifolium*, ubicados en el río Gaira, sector de Puerto Mosquito, se aislaron y se identificaron a nivel del Laboratorio de Microbiología y Fitopatología de la Universidad del Magdalena, dieciséis géneros de hongos, de los cuales catorce pertenecen a la clase Hyphomycetes y dos a la clase Zygomycetes. Dentro de la categoría de hongos Hyphomycetes se encontraron nueve géneros de hongos Fitopatógenos y cinco géneros netamente acuáticos llamados hongos ingoldianos u hongos de agua dulce del grupo Anamorphic que corresponden a: *Anguillospora*, *Clavariopsis*, *Flagellospora*, *Lemonniera* y *Tetracladium* (Tabla 2). Así mismo la tabla 3 presenta la clasificación taxonómica de dichos hongos aislados.

Tabla 2. Géneros de hongos asociados a las hojas de *Anacardium excelsum* y *Pithecellobium longifolium*, En el sector de Puerto Mosquito. Río Gaira. Santa Marta

Géneros	<i>Anacardium</i>	<i>Pithecellobium</i>
<i>Anguillospora</i>	X	
<i>Clavariopsis</i>	X	X
<i>Flagellospora</i>	X	X
<i>Lemonniera</i>	X	X
<i>Tetracladium</i>	X	X
<i>Mucor</i>	X	X
<i>Rhizopus</i>	X	X
<i>Aspergillus</i>	X	X
<i>Geotrichum</i>	X	X
<i>Penicillium</i>	X	X
<i>Trichoderma</i>	X	X
<i>Alternaria</i>	X	X
<i>Cladosporium</i>	X	X
<i>Curvularia</i>	X	X
<i>Fusarium</i>	X	X
<i>Pestalotia</i>		X

Tabla 3. Clasificación taxonómica de los hongos Hyphomycetes acuáticos (Anamorphic) y Terrestres Fitopatógenos encontrados en los hospederos *Anacardium excelsum* y *Pithecellobium longifolium*, en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira. Santa Marta. 2004

DIVISION	SUBDIVISION	CLASE	SUBCLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO
Eumycota	Phycomycotina	Phycomycetes	Zygomycetes	Mucorales	Mucoraceae	<i>Mucor</i> <i>Rhizopus</i>
Eumycota	Deuteromycota	Deuteromycetes	Hyphomycetes	Moniliales	Moniliaceae	<i>Aspergillus</i> <i>Geotrichum</i> <i>Penicillium</i> <i>Trichoderma</i>
					Dematiaceae	<i>Alternaria</i> <i>Cladosporium</i> <i>Curvularia</i>
					Tuberculariaceae	<i>Fusarium</i>
					Melanconiaceae	<i>Pestalotia</i>

Los géneros fúngicos encontrados en las hojas de las especies vegetales son generalmente los mismo, excepto del género *Anguillospora* observado en las hojas de *A. excelsum* y el género *Pestalotia* encontrado en las hojas de *P. longifolium*. Esta presencia de determinados géneros de hongos en una u otra especie vegetal se debe posiblemente a la diferencia de la composición bioquímica de las especies vegetales, lo cual coincide con lo planteado por Begon *et al* (1990), los hongos al tener las enzimas específicas de ciertas sustancias químicas logran en descomponer dicha sustancia de acuerdo a la compatibilidad de la especie vegetal.

Al realizar los conteos de las conidias de los hongos acuáticos en las hojas sometidas al proceso de descomposición, se encontró que esta varió en función de los días en que fueron retiradas las bolsas., por tanto para ambas especies vegetales las hojas no presentaron colonización por hongos Hyphomycetes para el primer día (Figuras 2 y 3), lo cual coincide con lo reportado por Mathuriau y Chauvet (2002), donde la producción de biomasa fúngica para el día 1 fue cero. La no presencia de este tipo de microorganismos en el primer día del experimento probablemente se debe a que ellos aún no alcanzan a invadir la parte interna del tejido vegetal. La mayor producción de estos conidios se presentaron para los días 14 y 21 para ambas especies vegetales, el género *Clavariopsis* fue el de mayor presencia con un total de 192 conidias/ml siguiéndole el género *Lemonniera* 158 conidias/ml y *Flagellospora* 130 conidias/ml para la especie *Anacardium excelsum* (Tabla 4, Figura 2).

En relación con *P. longifolium*, el género de mayor frecuencia fue *Lemonnieria* con un total de 161 conidias/ml seguido de *Clavariopsis* 154 conidias/ml y *Flagellospora* 116 conidias/ml (Tabla 5, Figura 3), para el día 28 la producción de conidios disminuyó, indicando que a medida que avance el proceso de descomposición disminuye la concentración de los conidios de los Hyphomycetes acuáticos, debido a que la mayor parte del material vegetal se a desintegrado químicamente (Wantzen et al. 2002).

Según Mathuriau y Chauvet (2002) en estudios realizados en el río Cauca, encontraron los géneros *Anguillospora*, *Flagellospora* y *Tetracladium* en las especies vegetales de *Croton gossypifolius* sp y *Clidemia* sp, concordando estos géneros de hongos y su abundancia con los encontrados en este estudio. Al parecer este tipo de Hyphomycetes no son específicos para un solo tipo de vegetal ya que estos también han sido reportados para distintas especies vegetales, como lo señala Harrington (1996) en estudio de hongos efectuados en ríos del sur de Irlanda y Nieves-Rivera (2003) en estudios de Hyphomycetes en el río Camuy Puerto Rico .

Tabla 4. Número de Conidios de Hyphomycetes acuáticos asociados a las Hojas de *Anacardium excelsum* durante el estudio de descomposición.

GENEROS	DÍA 1	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 21	DÍA 28	TOTAL
<i>Lemonniera</i>	0	38	41	47	32	158
<i>Clavariopsis</i>	0	41	51	57	43	192
<i>Tetracladium</i>	0	18	26	35	24	103
<i>Anguillospora</i>	0	16	19	28	20	83
<i>Flagellospora</i>	0	34	45	31	20	130

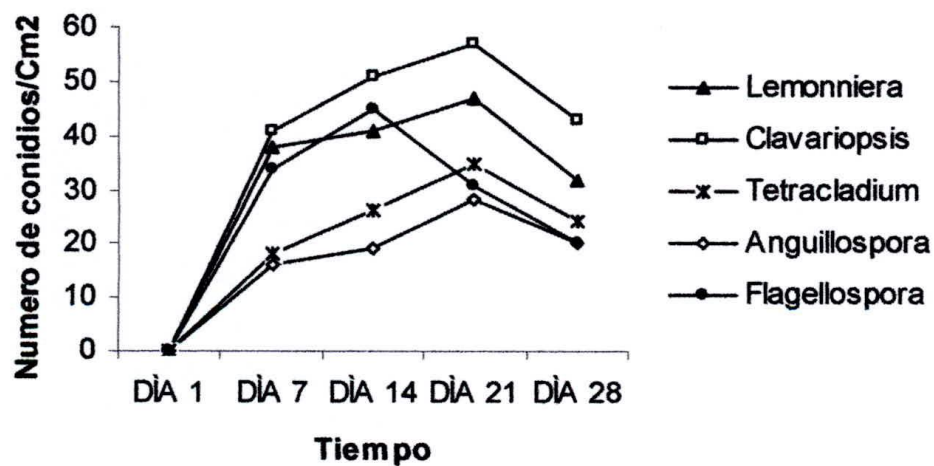


Fig. 2. Número de conidios de Hyphomycetes acuáticos asociados a *Anacardium Excelsum* en los diferentes días del experimento.

Tabla 5. Numero de Conidios de Hyphomycetes acuáticos asociados a las Hojas de *Pithecellobium longifolium* durante el estudio de descomposición.

GENEROS	DÍA 1	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 21	DÍA 28	TOTAL
<i>Lemonniera</i>	0	44	37	47	33	161
<i>Clavariopsis</i>	0	39	45	40	30	154
<i>Flagellospora</i>	0	28	25	40	23	116
<i>Tetracladium</i>	0	23	19	20	17	79

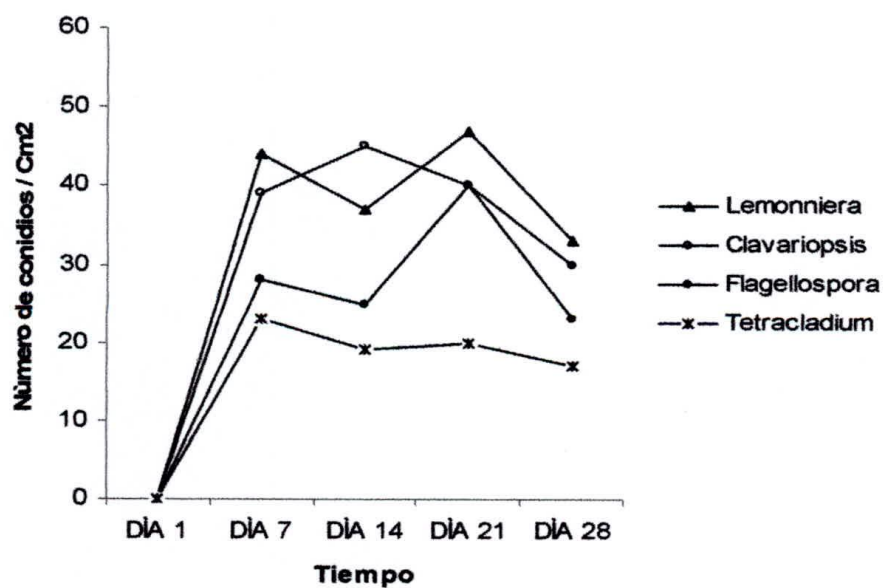


Fig. 3. Número de conidios de Hyphomycetes acuáticos asociados a *Pithecellobium longifolium* en los diferentes días del experimento.

Los Hyphomycetes acuáticos u hongos de agua dulce anamorphic, identificados en la hojarasca de las especies vegetales en estudio se caracterizan taxonómicamente por poseer conidias hialinas tetraradiadas, sigmoides, espirales o esféricas, delgadas y ampliamente delimitadas por paredes, Gesnner y Robinson (2003). En ese sentido se presentan los siguientes géneros de hongos:

Lemonniera: Hyphomycete acuático, se caracteriza por poseer fíalo- conidias tetraradiadas, largas de (200 – 400 μm) ramificadas parecidas a *Penicillium* sp., de la parte central se desprenden cuatro propagulos delgados o brazos de forma divergente formando una estrella (Ingold, 1975., Baerlocher y Michaelides, 2003) (Figura 4. Anexo G)

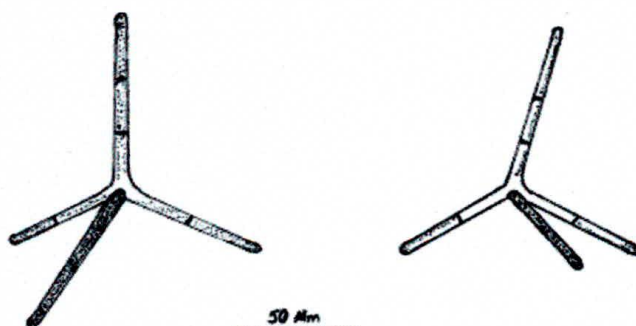


Figura 4: Conidia Tetraradiada del género *Lemonniera* sp, donde se observan los cuatro propagulos salientes del eje central.

Clavariopsis: Hyphomycete acuático que posee talo-conidias tetraradiadas, hialinas largas y sencillas, las conidias se caracterizan por poseer un propagulo o brazo principal en forma de saeta de la cual se desprenden tres extensiones de

células conidiales formando un ángulo de 120° C. El brazo principal se caracteriza por ser corto y grueso (Hurts et al, 1997) (Figura 5. Anexo H)

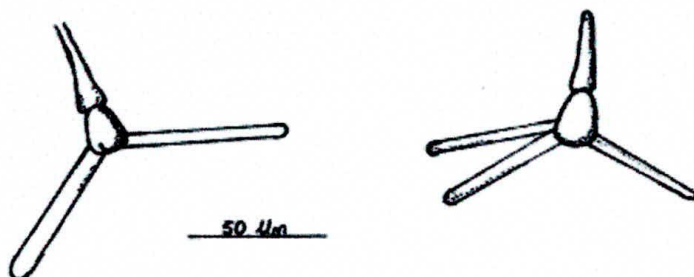


Figura 5: Conidia Tetraradiada del género *Clavariopsis* sp, obsérvese el ángulo de 120° C entre los brazos característico del género.

***Tetracladium*:** Este género se identifica por poseer talo-conidias largas, hialinas, simples o ramificados en la parte superior. Las conidias son tetraradiadas, del eje principal de la conidia se desprenden tres brazos septados desiguales y divergentes, uno de estos brazos es mas corto y la mayoría de las veces este genero no desarrolla un cuarto brazo (Hurts et al, 1997 e Ingold, 1975) (Figura 6. Anexo I)

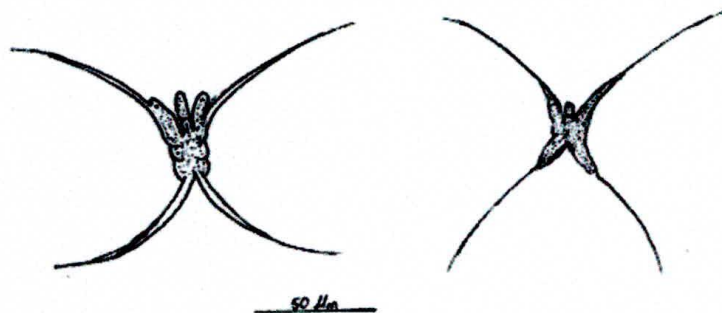


Figura 6: Conidia Tetraradiada del género *Tetracladium* sp, donde se observa los tres brazos salientes del eje principal.

Anguillospora: Hyphomycete acuático que presenta conidios hialinos fusiformes, alargados ($> 100 \mu\text{m}$), delgados, no ramificados, presenta varios sectores, la curvatura siempre se muestra en un solo plano, los dos extremos de la conidia no presentan una marcada diferencia (Ingold, 1975). (Figura 7. Anexo J)

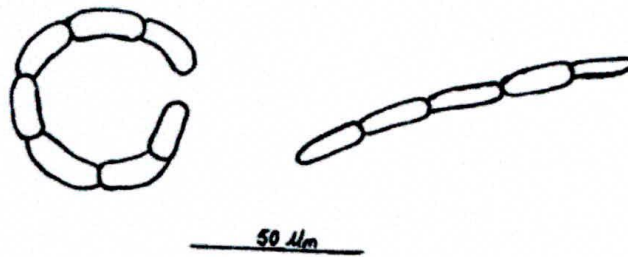


Figura 7: Conidia del género *Anguillospora* sp, mostrando claramente los sectores.

Flagellospora: Este es uno de los géneros de Hyphomycetes acuáticos más comunes encontrados alrededor del mundo, las conidias pueden medir de 100 a 150 μm de largos y 2 μm de ancho, la mayoría no presenta sectores, hialinas, largas, delgadas y curvas (Hurts et al, 1197 e Ingold, 1975) (Figura 8. Anexo K)



Figura 8: Conidia fusiforme del género *Flagellospora* sp, mostrando claramente la curva no septada.

El análisis de varianza para el número de conidios de los géneros de Hyphomycetes acuáticos (Anamorphi) asociados a las hojas de *Anacardium excelsum* y *Pithecellobium longifolium*., no reveló diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que el agua de río Gaira, que contenían los frascos o las cámaras de sedimentación, influyó por igual en la formación de conidios de los géneros de hongos aislados, Tablas 6, 7, 8 y 9

Tabla 6. Numero de conidios/cm² de géneros de hongos Hyphomycetes acuáticos u Anamorphic asociados alas hojas de *Anacardium excelsum* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Santa Marta, 2004

No	Tratamientos (Géneros de hongos)	Repeticiones. Colonias UFC/cm2				
		r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1	<i>Lemonniera</i>	0.0000	38.0000	41.0000	47.0000	32.0000
2	<i>Clavariopsis</i>	0.0000	41.0000	51.0000	57.0000	43.0000
3	<i>Tetracladium</i>	0.0000	18.0000	26.0000	35.0000	24.0000
4	<i>Anguillospora</i>	0.0000	16.0000	19.0000	28.0000	20.0000
5	<i>Flagellospora</i>	0.0000	34.0000	45.0000	31.0000	20.0000

Tabla 7. Análisis de varianza del número de conidios/cm² de géneros de hongos Hyphomycetes acuáticos u Anamorphic asociados las hojas de *Anacardium excelsum* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Santa Marta, 2004.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	P>F
Tratamientos	4	1502.958984	375.739746	1.3332	0.292 NS.
Error	20	5636.800781	281.840027		
Total	24	7139.759766			

C.V= 36.70%

NS.= No diferencias significativas entre tratamientos, por tanto no se aplican pruebas estadísticas.

Tabla 8. Numero de conidios/cm² de géneros de hongos Hyphomycetes acuáticos u Anamorphic asociados alas hojas de *Pithecellobium longifolium* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Santa Marta, 2004

No	Tratamientos (Géneros de hongos)	Repeticiones. Colonias UFC/cm2				
		r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1	<i>Lemonniera</i>	0.0000	44.0000	37.0000	47.0000	33.0000
2	<i>Clavariopsis</i>	0.0000	39.0000	45.0000	40.0000	30.0000
3	<i>Flagellospora</i>	0.0000	28.0000	25.0000	40.0000	23.0000
4	<i>Tetracladium</i>	0.0000	23.0000	19.0000	20.0000	17.0000

Tabla 9. Análisis de varianza del número de conidios/cm² de géneros de hongos Hyphomycetes acuáticos u Anamorphic asociados las hojas de *Pithecellobium longifolium* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Santa Marta, 2004.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	P>F
Tratamientos	3	861.800781	287.266937	1.1788	0.349 NS.
Error	16	3899.199219	243.699951		
Total	19	4761.00000			
C.V= 41.22 %					

NS.= No diferencias significativas entre tratamientos, por tanto no se aplican pruebas estadísticas

3.2.2. Hongos terrestres fitopatógenos

Los Hongos terrestres fitopatógenos aislados de las hojas de *A. excelsum* y *P. longifolium* en la mayor parte del tiempo fueron similares en su frecuencia de apariciones, exceptuando el género *Pestalotia* que apareció esporádicamente en las hojas de *P. longifolium*. Estos géneros de hongos pertenecen a las clases Phycomycetes y Deuteromycetes (Fungi Imperfecti). En ambas hospederos u especies vegetales el género con mayor frecuencia fue *Trichoderma*, seguido por los géneros *Rhizopus* y *Aspergillus* (Figuras 9 y 10).

La presencia de estos hongos asociados a material vegetal en condiciones acuáticas se debe a que tienen la capacidad de producir conidios en los sustratos sumergidos, al igual que otro tipo de Hyphomycetes terrestres que se encuentran asociados con el material inerte del fondo del lecho del río y actúan como facultativos (Schoenlin – Crusius y Flauntin 2003). Estos mismos autores afirman que las condiciones climáticas son un factor importante que favorece el crecimiento de estos hongos y posiblemente ayudó a que estos microorganismos se adaptaran de forma rápida y tolerante en el medio acuático.

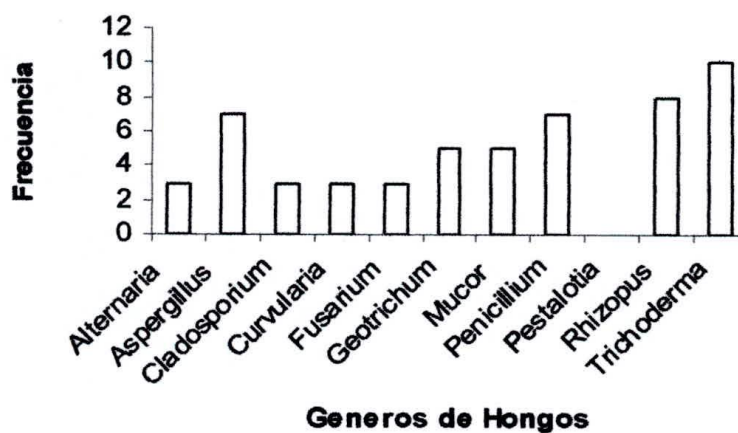


Figura 9. Distribución de Frecuencia de los géneros de hongos Terrestres o Fitopatógenos asociados a *Anacardium* en el Río Gaira Sector Puerto Mosquito al final de los 28 días del experimento.

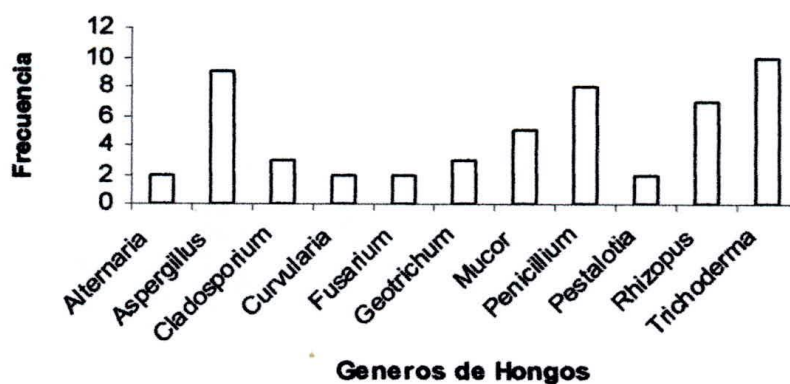


Figura 10. Distribución de Frecuencia los géneros de hongos Terrestres o Fitopatógenos asociados a *Pithecellobium* en el Río Gaira Sector Puerto Mosquito al final de los 28 días del experimento.

Las tablas 10 y 11 muestran que la mayor producción de colonias aisladas la presentó el género *Trichoderma*, 94 UFC/cm² para *Anacardium excelsum* y 90 UFC/cm² para *Pithecellobium longifolium*, posiblemente este comportamiento se deba a que este hongo por ser saprofito y antagonista controle e inhiba el crecimiento de otros hongos, como es el caso de *Mucor* y *Penicillium* (Vero Méndez y Mondino, 1999).

El aislamiento de estos géneros de hongos terrestres en las especies vegetales hospedadoras en estudio coinciden en parte con el trabajo realizado por Beltrán-Tolosa (2003) en los Igarapés Amazónicos donde encontró los mismos géneros de hongos fitopatógenos., A diferencia de los Hyphomycetes acuáticos los hongos fitopatógenos aparecieron en este experimento desde el primer día y esto se debe probablemente a que este tipo de microorganismos tienen la capacidad de invadir rápidamente la superficie del tejido vegetal y por su condición de estar presente en todo tipo de ambientes.

Tabla 10: Número de colonias (UFC/cm²) aisladas de las hojas de *Anacardium excelsum*, Río Gaira, sector Puerto Mosquito.

GENEROS	DÍA 1	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 21	DÍA 28
<i>Alternaria</i>	0	1	1	2	0
<i>Aspergillus</i>	10	5	12	12	13
<i>Aspergillus niger</i>	2	7	5	4	0
<i>Cladosporium</i>	0	3	0	3	3
<i>Curvularia</i>	1	2	1	0	2
<i>Fusarium</i>	0	0	2	0	2
<i>Geotrichum</i>	3	7	0	1	0
<i>Mucor</i>	6	5	3	1	0
<i>Penicillium</i>	8	11	6	8	10
<i>Pestalotia</i>	0	0	0	0	0
<i>Rhizopus</i>	11	10	20	18	15
<i>Trichoderma</i>	13	19	19	22	21

Tabla 11: Número de colonias (UFC/cm²) aisladas de las hojas de *Pithecellobium longifolium*, Río Gaira, sector Puerto Mosquito.

GENEROS	DIA 1	DIA 7	DIA 14	DIA 21	DIA 28
<i>Alternaria</i>	0	1	2	0	0
<i>Aspergillus</i>	5	12	7	5	3
<i>Aspergillus niger</i>	2	3	3	5	2
<i>Cladosporium</i>	0	2	4	0	0
<i>Curvularia</i>	2	1	2	0	0
<i>Fusarium</i>	0	0	0	2	4
<i>Geotrichum</i>	0	1	2	2	1
<i>Mucor</i>	3	5	2	3	0
<i>Penicillium</i>	3	11	8	6	1
<i>Pestalotia</i>	0	0	0	2	2
<i>Rhizopus</i>	7	10	10	13	6
<i>Trichoderma</i>	14	22	20	18	16

Los géneros de hongos identificados en el estudio se pueden clasificar en tres grupos, los Dominantes, los Frecuentes o Constantes, y los Infrecuentes o Inconstantes, que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 12. Géneros de Hongos fitopatógenos frecuentes, infrecuentes y dominantes aislados de las Hojas de *Anacardium excelsum* y *Pithecellobium longifolium* en el Río Gaira, Sector Puerto Mosquito

Géneros Frecuentes	Géneros Infrecuentes	Géneros Dominantes
<i>Aspergillus</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Rhizopus</i>
<i>Geotrichum</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Trichoderma</i>
<i>Mucor</i>	<i>Curvularia</i>	
<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>	
	<i>Pestalotia</i>	

Los **Dominantes** que fueron aquellos que aparecieron durante todo el aislamiento y con un número alto de colonias Tabla 9 y Anexo L

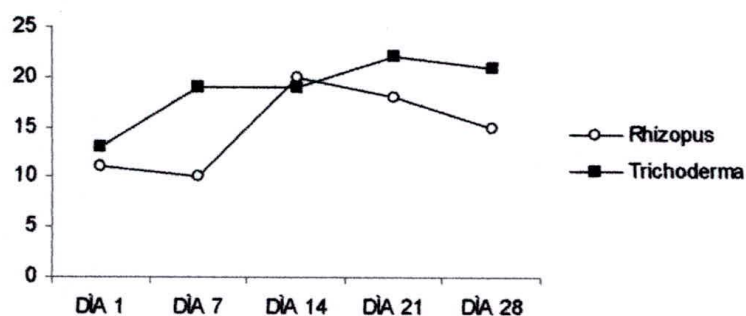
Los **Frecuentes o Constantes** que fueron aquellos hongos que aparecieron durante todo el aislamiento correspondiente a cada día para ambas especies

vegetales pero con un número moderado de colonias, a este grupo pertenecen los géneros consignados en la tabla 9 y Anexo M.

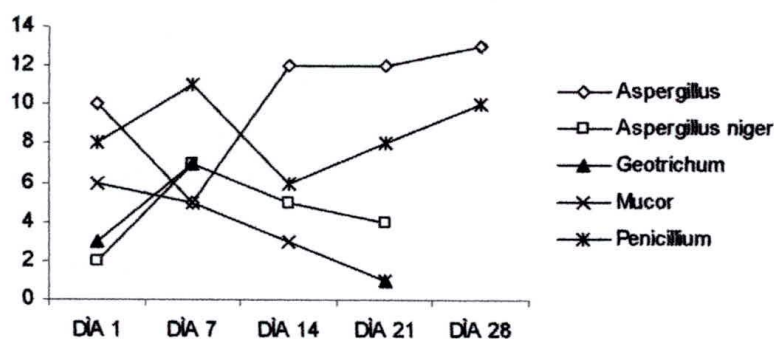
Los **Infrecuentes o Inconstantes** aquellos que aparecieron esporádicamente durante el aislamiento con bajo número de colonias Tabla 9 y Anexo N

El número de unidades formadoras de colonias aisladas de las hojas de las especies vegetales aumentaron con respecto al tiempo de exposición en el agua y disminuyeron al final del experimento. La figura 11, muestra que *A. excelsum* obtuvo el mayor crecimiento de colonias los días 7, 14 y 21 (hongos frecuentes) y los días 14 y 21 (Hongos Dominantes), mientras que *P. longifolium* presentó el mayor crecimiento de colonias los días 7 y 14 tanto para los hongos frecuentes y dominantes (Figura 12).

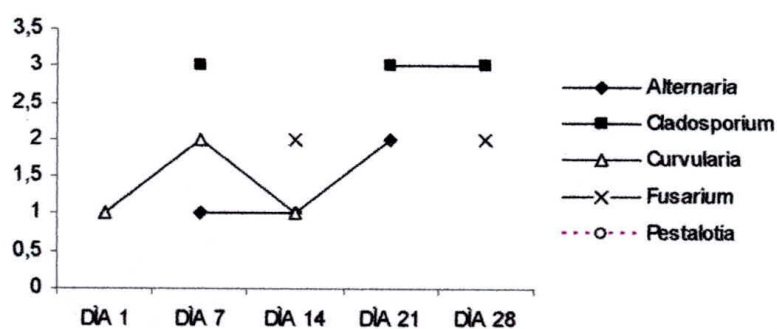
Por otra parte se observó que en la especie *A. excelsum* en su descomposición presenta un proceso de sucesión, siendo colonizada en primera instancia por los hongos frecuentes y posteriormente los dominantes, mientras que en la especie *P. longifolium* no se apreció este proceso de sucesión debiéndose posiblemente a la diferencia en la composición bioquímica que presentan las especies vegetales y que hace de esta especie de muy lenta descomposición como se ha establecido en nuevos experimentos desarrollados por el grupo (Guillermo Rueda *com pers*). Calow y Petts (1996) confirman que a medida que aumenta el proceso de descomposición aumentan la composición fúngica debido a la capacidad enzimática que estos microorganismos poseen y posteriormente disminuye cuando gran parte del material vegetal ha sido aprovechado.



A

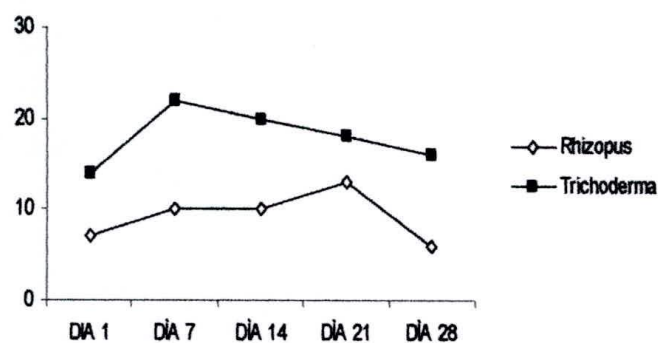


B

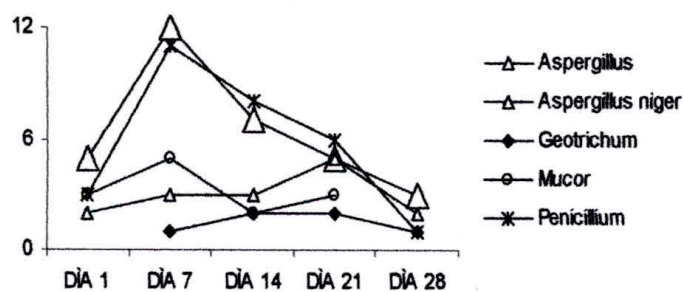


C

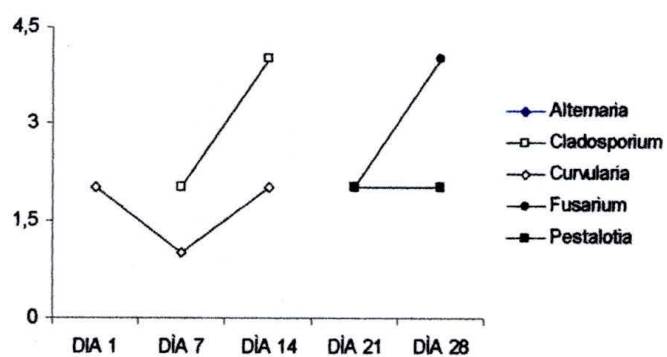
Figura 11. Numero de UFC/cm² Aisladas de las Hojas de *Ancardium excelsum*. A: hongos Dominantes, B: hongos Frecuentes, C: hongos Infrecuentes.



A



B



C

Figura 12. Numero de UFC/cm² Aisladas de las hojas de *Pithecellobium longifolium*, A: Dominantes, B: hongos Frecuentes, C: hongos Infrecuentes.

El Análisis de varianza "ANOVA" correspondiente a los géneros de hongos fitopatógenos aislado evidenció diferencias estadísticas altamente significativas de biomasa fúngica. (Tablas 13, 13a y 14, 14a). Para ambos hospederos en estudio, se apreció tendencia irregular en colonias formadas por géneros de hongos dentro de la franja de estudio analizada. En ese sentido en el día uno se detectó baja biomasa fúngica, con posterior incremento de la misma en el tiempo y disminuyendo al final del experimento. Comportamiento similar reporta Schofield *et al* (2001) en un estudio efectuado en un río temperado en Carolina del Norte, así mismo estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Beltrán-Tolosa (2003), ya que al final se observó la misma cantidad aproximada de hongos que al principio del experimento.

La estadística de prueba de la diferencia Mínima Significativa **DMS**, efectuada para las colonias de géneros de hongos aislados en ambas especies de hojas muestran que los géneros de hongos *Trichoderma* sp, y *Rhizopus* sp., conforman el grupo de mayor presencia y/o frecuencia (Dominantes) siguiéndole en orden de importancia *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp (Tablas 15 y 16). Resultados Cercanos reporta Nieves-Rivera (2003) en su estudio de Micología del Río Camuy en Puerto Rico, donde indica como prioritario el grupo de hongos conformados por los géneros: *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Fusarium* sp, *Trichoderma* sp, *Cladosporium* sp y *Curvularia* sp entre otros. De igual manera concuerda en parte con lo reportado por Valenzuela *et al* (2001) en su estudio sobre variación estacional y potencial enzimática de microhongos asociados con la descomposición de *Nothofagus pumilio*, al señalar como principales géneros

aislados en las hojas senescentes a: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Penicillium*, *Phialophora* y *Trichoderma*. Resaltando como dominantes en la hojarasca: *Hormonema*, *Mortierella*, *Penicillium* y *Trichoderma*.

Tabla 13. Número de colonias (UFC/cm²) de géneros de hongos fitopatógenos aislados de las hojas de *Anacardium excelsum* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira. Municipio de Santa Marta, 2004

No	Tratamientos (Géneros de Hongos)	Repeticiones. Colonias UFC/cm ²				
		r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1	<i>Alternaria</i>	0.0000	1.0000	1.0000	2.0000	0.0000
2	<i>Aspergillus</i>	10.0000	5.0000	12.0000	12.0000	13.0000
3	<i>Aspergillus niger</i>	2.0000	7.0000	5.0000	4.0000	0.0000
4	<i>Cladosporium</i>	0.0000	3.0000	0.0000	3.0000	3.0000
5	<i>Curvularia</i>	1.0000	2.0000	1.0000	0.0000	2.0000
6	<i>Fusarium</i>	0.0000	0.0000	2.0000	0.0000	2.0000
7	<i>Geotrichum</i>	3.0000	7.0000	0.0000	1.0000	0.0000
8	<i>Mucor</i>	6.0000	5.0000	3.0000	1.0000	0.0000
9	<i>Penicillium</i>	8.0000	11.0000	6.0000	8.0000	10.0000
10	<i>Pestalotia</i>	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	<i>Rhizopus</i>	11.0000	10.0000	20.0000	18.0000	15.0000
12	<i>Trichoderma</i>	13.0000	19.0000	19.0000	22.0000	21.0000

Tabla 13a: Análisis de varianza del número de conidias (UFC/cm²) de géneros de hongos aislados de *Anacardium excelsum* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	P>F
Tratamientos	11	2100.533447	190.957581	31.3474	0.000 **
Error	48	292.399902	6.091665		
Total	59	2392.933350			

** Diferencia Altamente Significativa

C.V=24.60%

Tabla 14: Número de Colonias (UFC/cm²) de géneros de hongos fitopatógenos aislados de las hojas de *Pithecellobium longifolium* en el sector de puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta.

No	Tratamientos (Géneros de hongos)	Repeticiones. Colonias UFC/cm2				
		r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
1	<i>Alternaria</i>	0.0000	1.0000	2.0000	0.0000	0.0000
2	<i>Aspergillus</i>	5.0000	12.0000	7.0000	5.0000	3.0000
3	<i>Aspergillus niger</i>	2.0000	3.0000	3.0000	5.0000	2.0000
4	<i>Cladosporium</i>	0.0000	2.0000	4.0000	0.0000	0.0000
5	<i>Curvularia</i>	2.0000	1.0000	2.0000	0.0000	0.0000
6	<i>Fusarium</i>	0.0000	0.0000	0.0000	2.0000	4.0000
7	<i>Geotrichum</i>	0.0000	1.0000	2.0000	2.0000	2.0000
8	<i>Mucor</i>	3.0000	5.0000	2.0000	2.0000	0.0000
9	<i>Penicillium</i>	3.0000	11.0000	8.0000	8.0000	1.0000
10	<i>Pestalotia</i>	1.0000	0.0000	0.0000	2.0000	2.0000
11	<i>Rhizopus</i>	7.0000	10.0000	10.0000	13.0000	6.0000
12	<i>Trichoderma</i>	14.0000	22.0000	20.0000	18.0000	16.0000

Tabla 14a: Análisis de varianza del numero de conidias (UFC/cm²) de géneros de hongos aislados de *Pithecellobium longifolium* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	P>F
Tratamientos	11	1440.599976	130.963638	25.7633	0.000 **
Error	48	244.000000	5.083333		
Total	59	1684.599976			

** Diferencia Altamente Significativa

C.V=32.43%



Tabla 15: **Diferencia Mínima Significativa DMS**, para el número de colonias (UFC/cm²) de géneros de hongos fitopatógenos aislados de las hojas de *Anacardium excelsum* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta.

Tratamientos	Media	Diferencia
12 <i>Trichoderma</i> sp	188.0000	A
11 <i>Rhizopus</i> sp	14.8000	A
2 <i>Aspergillus</i> sp	10.4000	B
9 <i>Penicillium</i> sp	8.6000	B
3 <i>Aspergillus niger</i>	3.6000	C
8 <i>Mucor</i> sp	3.0000	C
7 <i>Geotrichum</i> sp	2.2000	C
4 <i>Cladosporium</i> sp	1.8000	C
5 <i>Curvularia</i> sp	1.2000	C
6 <i>Fusarium</i> sp	0.8000	C
1 <i>Alternaria</i> sp	0.8000	C
10 <i>Pestalotia</i> sp	0.4000	C

Nivel de Significancia 0.01

Tabla 16: **Diferencia Mínima Significativa DMS**, para el número de colonias (UFC/cm²) de géneros de hongos fitopatógenos aislados de las hojas de *Pithecellobium longifolium* en el sector de Puerto Mosquito, Río Gaira, Municipio de Santa Marta.

Tratamientos	Media	Diferencia
12 <i>Trichoderma</i> sp	18.0000	A
11 <i>Rhizopus</i> sp	9.2000	B
2 <i>Aspergillus</i> sp	6.4000	BC
9 <i>Penicillium</i> sp	6.2000	BCD
3 <i>Aspergillus niger</i>	3.0000	CDE
8 <i>Mucor</i> sp	2.4000	DE
7 <i>Geotrichum</i> sp	1.4000	E
4 <i>Cladosporium</i> sp	1.2000	E
5 <i>Curvularia</i> sp	1.2000	E
6 <i>Fusarium</i> sp	1.0000	E
1 <i>Alternaria</i> sp	1.0000	E
10 <i>Pestalotia</i> sp	0.6000	E

Nivel de Significancia 0.01

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio de biomasa fúngica asociada a *Ancardium excelsum* y *Pithecellobium longofolium* tienden a confirmar que en algunos ríos tropicales la mayor degradación obedece a actividad de hongos fitopatógenos eurióicos capaces de mantener crecimiento en hojas sumergidas bajo condiciones de alto stress hidrológico.

El bajo número de géneros de ingoldianos reportados en el estudio en comparación con otros estudios neotropicales, indican un predominante crecimiento de hongos Hyphomycetes acuáticos en experimentos desarrollados en pequeños arroyos con baja velocidad como los desarrollados en Costa Rica, Puerto Rico y Colombia en el Valle del Cauca, sin embargo estos estudios no desarrollan estudios detallados para hongos no acuáticos.

Probablemente el bajo crecimiento y número de hongos reportados en el estudio este asociado a las fuertes variaciones en pH que parece sufrir el río Gaira, resultado de lluvias locales que lixivian zonas alcalinas cada vez mas desprotegidas por deforestación. Interrupción y reducción de la velocidad del proceso de descomposición luego de lluvias locales, es frecuente en los estudios de descomposición desarrollados en el río Gaira por el Grupo de investigación.

Finalmente se puntualiza lo siguiente:

- Se logró aislar e identificar por primera vez para la región de Santa Marta y el Caribe Colombiano cinco géneros de Hyphomycetes acuáticos del grupo Anamorphic que corresponden a: *Anguillospora*, *Clavariopsis*, *Flagellospora*, *Lemonniera* y *Tetracladium*, asociados a las hojas de los hospederos *Anacardium excelsum* y *Pithecellobium longifolium*.
- Se identificaron nueve géneros de hongos terrestres fitopatógenos pertenecientes a la clase hyphomycetes a partir de las hojas de *Anacardium excelsum* y *Pithecellobium longifolium* en el río Gaira sector Puerto Mosquito, correspondiente a los géneros: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Pestalotia*, y *Trichoderma*, y dos géneros de la clase Zygomycetes: *Mucor* y *Rhizopus*.
- El género *Anguillospora* del grupo Anamorphi se encontró únicamente en las hojas de *Anacardium excelsum* y el género *Pestalotia* en las hojas de *Pithecellobium longifolium*. Su presencia posiblemente se debe a la diferencia de la composición bioquímica de las especies vegetales.
- La producción de conidios de los Hyphomycetes acuáticos varió en función del tiempo, encontrándose la máxima producción para los días catorce y veintiuno y disminuyendo al final del experimento para ambas especies vegetales.
- El género *Clavariopsis* fue el de mayor presencia siguiéndole los géneros *Lemonniera* y *Flagellospora* para la especie *Anacardium excelsum*. Para el

caso de *Pithecellobium*, el género de mayor frecuencia fue *Lemonniera* seguido de *Clavariopsis* y *Flagellospora*.

- En ambas especies vegetales el género con mayor frecuencia y presencia en el tiempo fue *Trichoderma*, seguido por los géneros *Rhizopus* y *Aspergillus*. Al igual que los Hyphomycetes acuáticos el número de colonias UFC/cm², incremento a través del tiempo disminuyendo al final del experimento.
- Del hospedero *Anacardium excelsum* se obtuvo el mayor crecimiento de colonias para los días 14 y 21 (Hongos Dominantes) y los días 7, 14 y 21 (hongos frecuentes), mientras que *Pithecellobium longifolium* presentó el mayor crecimiento de colonias para los días 7 y 14 tanto para los hongos de características dominantes y frecuentes.
- La especie vegetal *Anacardium excelsum* en su descomposición presentó un proceso de sucesión, siendo colonizada en primera instancia por los hongos frecuentes y posteriormente por los dominantes, mientras que en la especie *Pithecellobium longifolium* no se observó este comportamiento de sucesión, que posiblemente se deba a la diferencia en la composición bioquímica que presentan las especies vegetales.
- No se encontró diferencia estadísticas significativas entre el número de conidios de los géneros de hyphomycetes acuáticos aislados entre las dos especies estudiadas durante el tiempo de exposición de las hojas en el río Gaira, Sector Puerto Mosquito, Santa Marta, 2004

- El análisis de varianza correspondiente a los géneros de hongos terrestres fitopatógenos aislado de las hojas del hospedero *Anacardium excelsum*, evidenció diferencias altamente significativas de biomasa fúngica. Igual comportamiento estadístico se observó para los géneros de hongos fitopatógenos, aislados de las hojas de *Pithecellobium longifolium*.
- La estadística de prueba de la diferencia Mínima Significativa **DMS**, efectuada para las colonias de géneros de hongos aislados tanto en *Anacardium excelsum* como en *Pithecellobium longifolium* revela que los géneros de hongos *Trichoderma* sp, y *Rhizopus* sp., conforman el grupo de mayor presencia y/o frecuencia siguiéndole en orden de importancia *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que en futuros trabajos relacionados con esta temática se utilice más especies vegetales y en una escala de espacio-temporal mayor que permita observar un mejor comportamiento de este tipo de hongos.

Al realizar este tipo de estudio se recomienda refrigerar las muestras mas no congelarlas y procesarlas inmediatamente se llegue al Laboratorio, para evitar la excesiva esporulación de los hongos.

Para lugares de muestreos muy distantes al sitio de análisis de muestra (Laboratorio) se recomienda llevar la solución del azul de lactófenol y acido láctica, para evitar las esporulaciones posteriores a la toma de la muestra.

BIBLIOGRAFÍA

ALEXOPOULOS, C., MIMS, C y BLACKWELL, M.1996. Introductory Mycology. Cuarta Edición. Editorial Wiley. U.S.A. 235p.

BAERLOCHER, F y MICHAELIDES, J. 2001. Fungal Ecology - part 2. Mycologue publications. Marzo 2003 (ref. 15 nov. 2004). Disponible: www.mycolog.com/chapter11b.htm

BARNETT, H. 1960. Illustrated genera of imperfect fungi. Segunda edición. Burgués publishing. Company Mineapolis. 241pp

BEGON, M., HARPER, J y TOWNSEND C. 1999. Ecología. Tercera Edición. Editorial Omega. Barcelona.

BELTRAN, M.2003. Estudio de la Composición Macrotaxonómica de la comunidad de Macroinvertebrados y Hongos asociados a la hojarasca aportante a los Igarapés Amazónicos. Trabajo de grado Biología. Universidad de los Andes Santa Fe de Bogota.

BETANCOURT, C., SANTOS, C y NIEVES, A.1996. The genus *Conylospora* Nawawi (Hyphomycetes) in Puerto Rico. Disponible: www.uprm.edu/publications/cjs/vol32/notaes.pdf

BROWN, R. 1998. Expedition to Europe's last great wetland, Rev. The Royal Geographical Society's. September 1998 (Oct. 2004). Disponible: <http://www.minter.demon.co.uk/brown/team.htm>

CALOW, P y PETTS, G. 1996. The River Handbook: Hydrological and Ecological Principles. Volumen editorial Advisers. Londres. Pp 331-353

CARBONO, E. 2004. Conferencias personales. Docente de Botánica, Universidad del Magdalena. Santa Marta

CARMICHAEL, J., KENDRICK, W., CONNERS, I y SIGLER, L. 1980. Genera of Hyphomycetes. University of Alberta Press.

CHAUVET, E y SUBERKROPP, K. 1998. Temperatura and Sporulation of Aquatic Hyphomycetes. American Society for Microbiology Appl Environ Microbiol. Junio de 2003 (Agosto de 2003). Disponible: www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi

CORREA, J y BERNAL, H. 1989. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello Tomo I. Editorial Guadalupe Ltda. Primera edición. Santa Fe de Bogotá

ESPINOZA, R., GUADAMUZ, A., PEREZ, D., CHAVARRIA, F y MASIS, A. 1998. Species page de *pithecellobium longifolium* (Fabaceae). Costa Rica. Disponible:

www.acguanacaste.ac.cr

GESSNER, M y ROBINSON, C. 2003. Aquatic Hyphomycetes in alpine stream. Rev. Ecology of a glacial Floodplain. 123-137pp

Grupo de Investigación en Cuencas y Humedales Tropicales GICHT. 2004.

Diagnostico rápido ambiental de la estrella hidrográfica de San Lorenzo usando indicadores Limnoleticos. Proyecto 015 FONCIENCIA. Informe de Avance.

INTROPIC-Universidad del Magdalena. Santa Marta

GRIMALDO, M. 2000. Inventario de los Macroinvertebrados asociados a las macrófitas acuáticas en el río Gaira (Departamento del Magdalena) Santa Marta. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Magdalena. Facultad de ciencias Básicas. Santa Marta

HARRINGTON, T. 1997. Aquatic Hiphomycetes Of 21 Rivers in Southern Ireland. Life Sciences Department, University of Limerick, Ireland. Disponible: <http://www.journals.eecs.qub.ac.uk>

HURST, C., KNUDSEN, G., MCINERNEY, M., STETZENBACH, L y WALTER, M. 1997. Manual of Environmental Microbiology. ASM Press. Washington

INGOLD. C.T.1975. Guide to aquatic Hyphomycetes. Fresh water Biological Association. Scientific publication No 30

Instituto Nacional de Biodiversidad y Missouri Botanical Garden, 1995. Manual de la flora de Costa Rica. Disponible:

www.mobot.org/manual.plantas/014172/S015220.html



MALAGON, D. 2003. Ensayo sobre Tipología de suelos Colombianos - énfasis en génesis y aspectos ambientales. Revista Académica Colombiana. Volumen 27 n°104. Disponible:

<http://www.accefyn.org.co/PubliAcad/Periodicas/Volumen27/104/319-341.pdf>

MARGALEF, R. 1983. Ecología. Ediciones Omega S.A. Barcelona España. 1100p

MATHURIAU, C y CHAUVET, E. 2002. Breakdown of leaf litter in a neotropical stream. Journal The North American. Benthological Society. Volumen 21 n° 3 384-396 pp

MULLER, E. 1976. Micología Natural para naturalistas y médicos. Primera edición. Ediciones omega.. Barcelona. 345 p

NIEVES, R., A. 2003. Mycological Survey Of Río Camuy Caves Park, Puerto Rico. Journal of Cave and Karst Studies, Volumen 65 n° 1 23-28 pp

PELCZAR, M y CHAN, R. 1996. Microbiología. Cuarta edición, Mcgraw - Hill. México. 825 pp

PÉREZ, C. 1962. Estudio Ecológico para el Manejo de las Cuencas de los ríos Gaira y Manzanares de la Sierra Nevada de Santa Marta. Corporación Autónoma Regional de los valles del Magdalena y Sinú. C.V.M

RHEINEIMER, G. 1987. Microbiología de las aguas. Acribia, S.A. Cuarta edición. Zaragoza España. 299 pp

SCHOENLEIN, I., FLAUTÍN, G. 2003. La diversidad de Hyphomycetes acuáticos en América del sur. Brazilian Journal of Microbiology. Volumen 34 n° 3. Sao Paulo Brazil.

VALENZUELA, E, LEIVA, S y GODOY, R. 2001. Variación estacional y potencial enzimático de microhongos asociados con la descomposición de *Nothofagus pumilio*. Rev. Chilena de Historia Natural., dic 2001, Vol. 74 n.º 4, p. 737-749. ISSN 0716-078X

VERO, S y MONDITA, P. 1999. Control biológico postcosecha en Uruguay. Rev. Horticultura, volumen 7 n.º 26. Disponible:
www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/MIE/CBiologico1.htm

WANTZEN, K., WAGNER, R., SUETFELD, R. y JUNK W. J. 2002 WW-DECOEX: The first, World-wide aquatic leaf decomposition experiment. Disponible:
<http://www.mpil-ploen.mpg.de/mpiltnw1.htm>

ANEXOS

Anexo A. Vegetación Riparia: *Anacardium excelsum* presente en el río Gaira Sector Puerto Mosquito.



Anexo B. Vegetación Riparia: *Pithecellobium longifolium* presente en el río Gaira Sector Puerto Mosquito.



Anexo C: Bolsas de polipropileno utilizadas en el proceso de descomposición de las hojas en estudio.



Anexo D Hojas de *Anacardium excelsum* antes de ser instaladas en el río Gaira sector Puerto Mosquito.



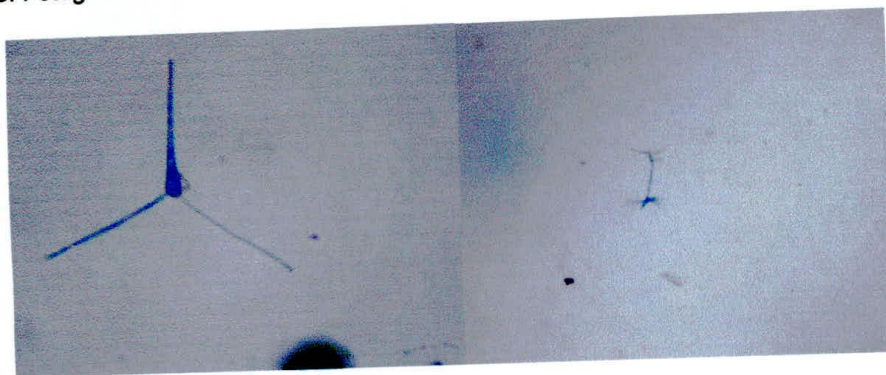
Anexo E Hojas de *Pithecellobium longifolium* antes de ser instaladas en el río Gaira sector Puerto Mosquito.



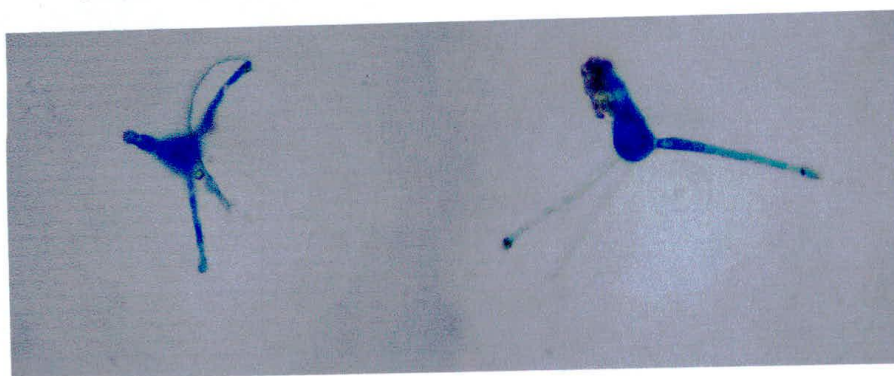
Anexo F: Sistema de anclaje para las bolsas de polipropileno colocadas en el río Gaira Sector Puerto Mosquito.



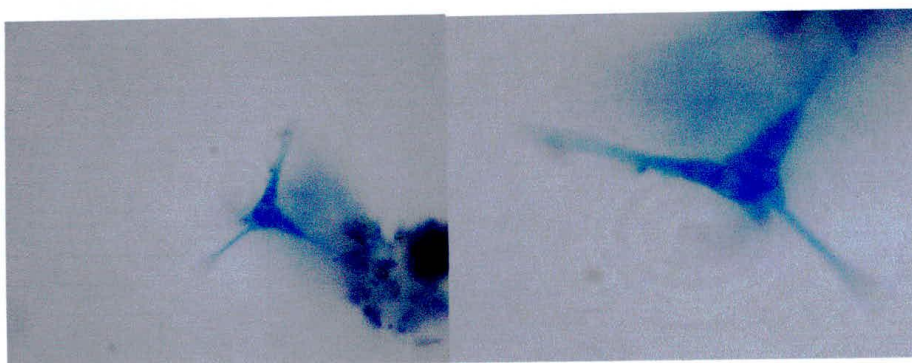
Anexo G: Fotografía de conidia tetraradiada de *Lemonniera* a 40 X.



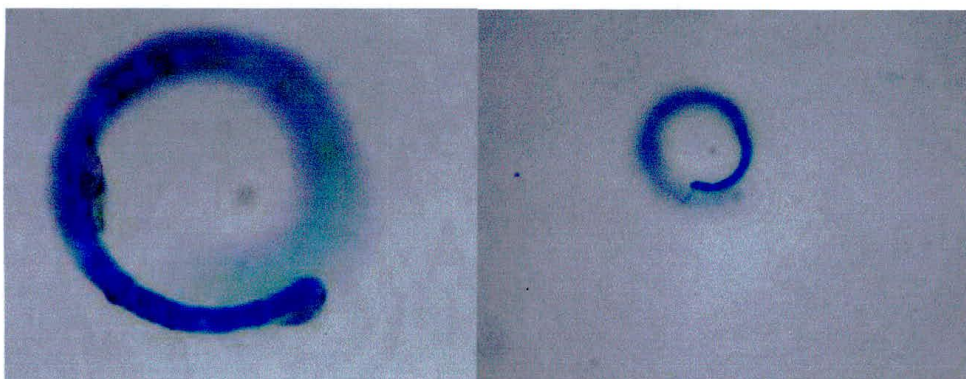
Anexo H: Fotografía de conidia tetraradiada de *Clavariopsis* a 40 X.



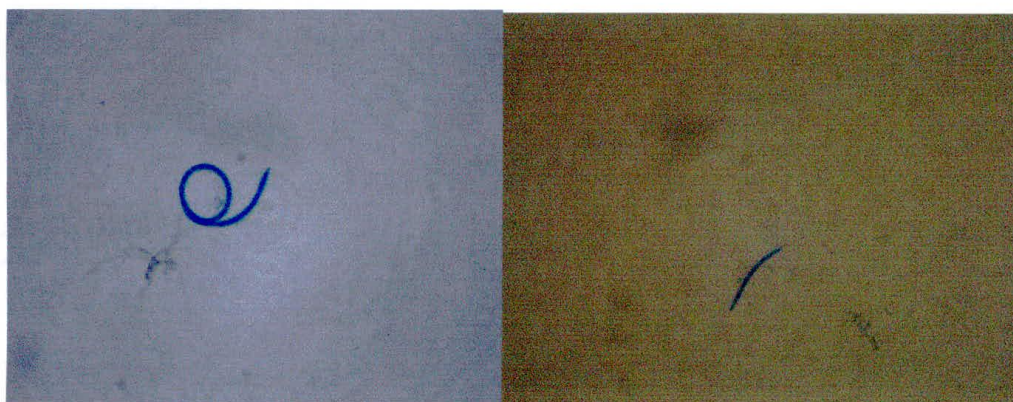
Anexo I: Fotografía de conidia tetraradiada de *Tetracladium* a 40 X.



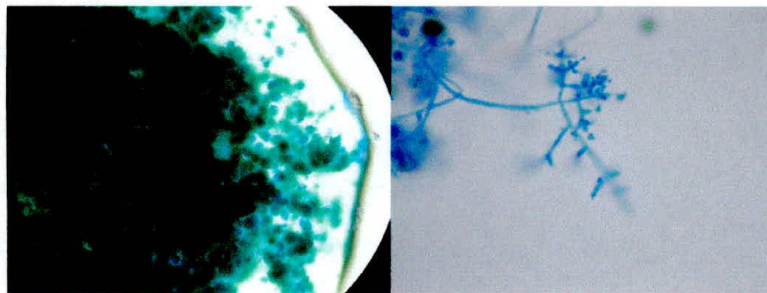
Anexo J: Fotografía de conidia fusiforme de *Anguillospora* a 40 X.



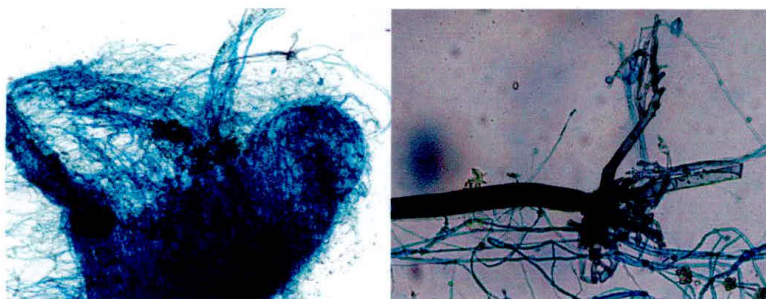
Anexo K: Fotografía de conidia fusiforme de *Flagellospora* a 40 X.



Anexo L: Fotografía de Géneros de hongos Terrestres o Fitopatógenos Dominantes asociados a las especies vegetales en el sector de Puerto Mosquito Río Gaira. 40X.

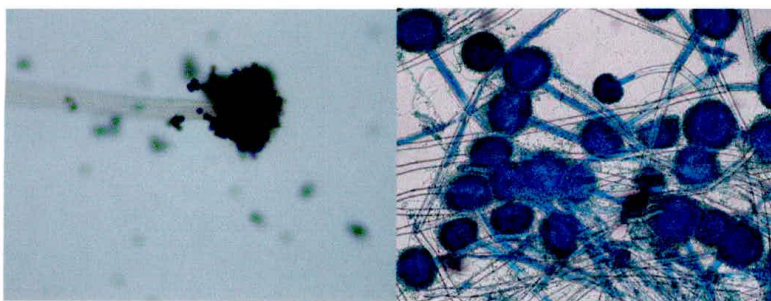


a: *Trichoderma* sp

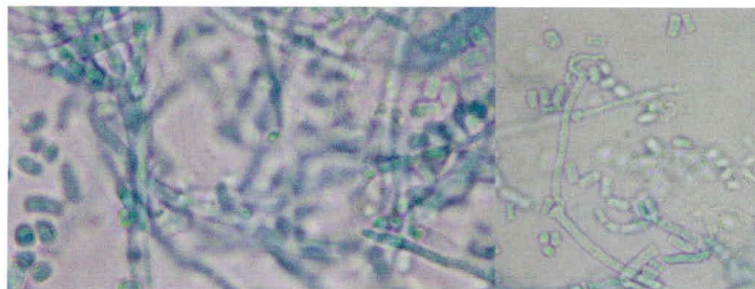


b: *Rhizopus* sp

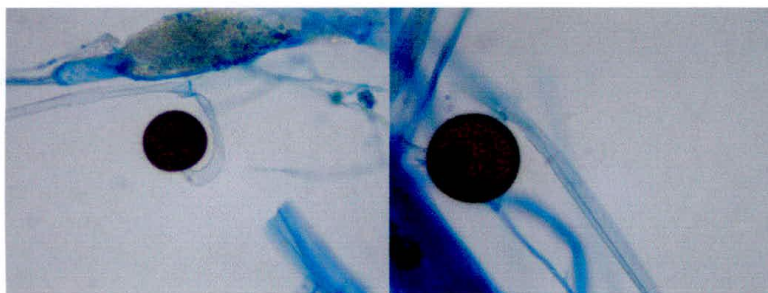
Anexo M: Fotografía de Géneros de hongos Terrestres o Fitopatógenos Frecuentes asociados a las especies vegetales en el sector de Puerto Mosquito Río Gaira. 40X



a: *Aspergillus* sp



b: *Geotrichum* sp

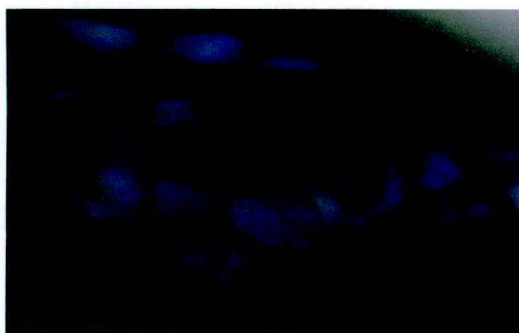


c: *Mucor* sp

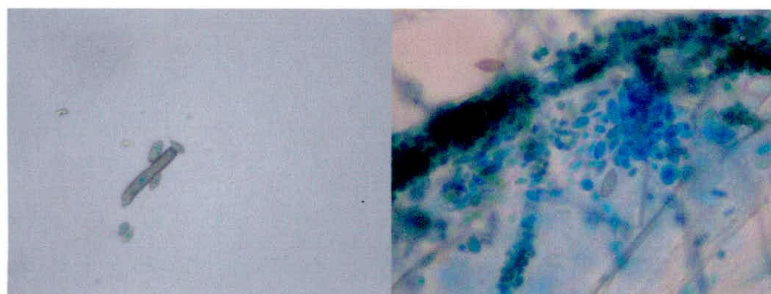


d: *Penicillium* sp

Anexo N: Fotografía de Géneros de hongos Terrestres o Fitopatógenos Infrecuentes asociados a las especies vegetales en el sector de Puerto Mosquito Río Gaira. 40X



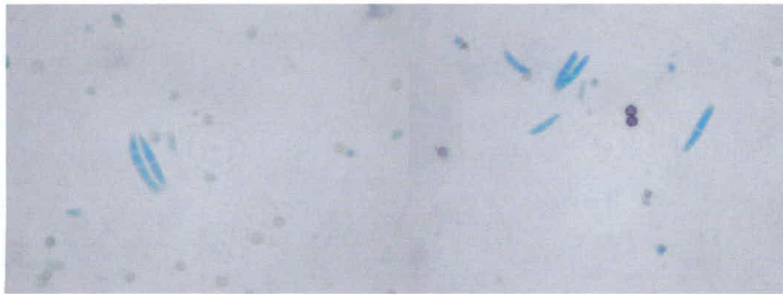
a: *Alternaria* sp



b: *Cladosporium* sp



c: *Curvularia* sp



d: *Fusarium* sp



e: *Pestalotia* sp